



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Koji AKITA, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/813,014

EXAMINER:

FILED: March 31, 2004

FOR: OFDM RECEIVER APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NUMBER</u> | <u>MONTH/DAY/YEAR</u> |
|----------------|---------------------------|-----------------------|
| JAPAN          | 2003-096947               | March 31, 2003        |
| JAPAN          | 2004-093616               | March 26, 2004        |

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and

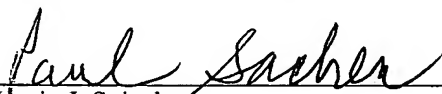
☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

Paul Sacher  
Registration No. 43,418

0370946  
10/813,014

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 3 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 9 6 9 4 7  
Application Number:  
ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 9 6 9 4 7 ]

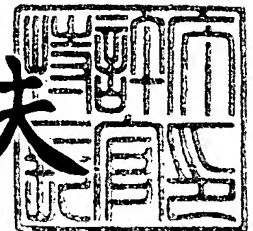
願            人            株式会社東芝  
applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年   7 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A000300747

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 7/24

【発明の名称】 O F D M受信装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 秋田 耕司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 佐藤 一美

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
【発明の名称】 OFDM受信装置  
【特許請求の範囲】

【請求項1】

伝送路を経て送信される、シンボル毎に複数のサブキャリア信号を有するOFDM信号を受信する受信手段と、

受信された前記OFDM信号中の各サブキャリア信号を用いて前記OFDM信号が前記伝送路で受けた歪を推定し、該歪を示す伝送路歪情報を生成する伝送路歪推定手段と、

前記各サブキャリア信号に対し制御信号に従って歪補償を行う補償手段と、

歪補償後の各サブキャリア信号を復調する復調手段と、

前記歪補償後の各サブキャリア信号及び前記伝送路歪情報を用いて該歪補償後の各サブキャリア信号の前記シンボル毎の位相歪を示す複数の第1の位相歪情報を生成する位相歪推定手段と、

前記複数の第1の位相歪情報を複数のシンボル区間にわたり時間関数の重み係数を用いて重み付けを行った後に合成することにより、第2の位相歪情報を生成する重み付け合成手段と、

前記伝送路歪情報と前記第2の位相歪情報を用いて前記制御信号を生成する手段とを具備するOFDM受信装置。

【請求項2】

伝送路を経て送信されてくる複数のサブキャリア信号を有するOFDM信号を受信する受信手段と、

受信された前記OFDM信号中の各サブキャリア信号を用いて前記OFDM信号が前記伝送路で受けた歪を推定し、該歪を示す伝送路歪情報を生成する伝送路歪推定手段と、

前記各サブキャリア信号に対し制御信号に従って歪補償を行う補償手段と、

歪補償後の各サブキャリア信号を復調する復調手段と、

前記歪補償後の各サブキャリア信号及び前記伝送路歪情報を用いて該歪補償後の各サブキャリア信号の前記シンボル毎の位相歪を示す複数の第1の位相歪情報

を生成する位相歪推定手段と、

前記複数の第1の位相歪情報に対して複数のシンボル区間にわたり時間関数の重み係数を用いた重み付け移動平均を行って第2の位相歪情報を生成する重み付け移動平均手段と、

前記伝送路歪情報と前記第2の位相歪情報を用いて前記制御信号を生成する制御信号生成手段とを具備するOFDM受信装置。

#### 【請求項3】

前記受信されたOFDM信号をデジタルベースバンド信号に変換する手段と、前記デジタルベースバンド信号に対して時間及び周波数の同期処理を行う手段と、同期処理後のデジタルベースバンド信号をフーリエ変換して前記OFDM信号中の各サブキャリア信号を分離する手段とをさらに具備する請求項1または2に記載のOFDM受信装置。

#### 【請求項4】

前記シンボルは、前記サブキャリア信号としてデータサブキャリアと既知サブキャリアの信号を含み、

前記位相歪推定手段は、前記歪補償後のサブキャリア信号中の前記既知サブキャリアの位相誤差成分を前記伝送路歪情報及び前記歪補償後のサブキャリア信号の振幅レベルを示す情報を用いた重み付けを行った後に合成することにより前記第1の位相歪情報を生成する請求項1または2に記載のOFDM受信装置。

#### 【請求項5】

前記重み付け合成手段または前記重み付け移動平均手段は、複数の時間関数の重み係数候補から前記重み係数を選択する手段を含む請求項1または2に記載のOFDM受信装置。

#### 【請求項6】

前記シンボルは、前記サブキャリア信号としてデータサブキャリアと既知サブキャリアの信号を含み、

前記重み付け合成手段または前記重み付け移動平均手段は、前記重み係数として前記データサブキャリアに対応する区間と前記既知サブキャリアに対応する区間とで係数値の異なる第1及び第2の重み係数をそれぞれ用いる請求項1または

2 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 7】

前記シンボルは、前記サブキャリア信号としてデータサブキャリアと既知サブキャリアの信号を含み、

前記重み付け合成手段または前記重み付け移動平均手段は、前記重み係数として前記データサブキャリアに対応する区間では時間的に係数値がほぼ一定の第 1 の重み係数を用い、前記既知サブキャリアに対応する区間では過去の係数値が相対的に小さい第 2 の重み係数を用いる請求項 1 または 2 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 8】

前記シンボルは、前記サブキャリア信号としてデータサブキャリアと既知サブキャリアの信号を含み、

前記重み付け合成手段または前記重み付け移動平均手段は、前記重み係数として前記データサブキャリアに対応する区間と前記既知サブキャリアに対応する区間とで係数値の異なる第 1 及び第 2 の重み係数をそれぞれ用いて前記第 2 の位相歪情報を生成し、

前記制御信号生成手段は、前記データサブキャリアに対応する区間では前記重み付け合成手段により前記第 1 の重み係数を用いて生成される前記第 2 の位相歪情報を用いて前記制御信号を生成し、前記既知サブキャリアに対応する区間では前記重み付け合成手段により前記第 2 の重み係数を用いて生成される前記第 2 の位相歪情報を用いて前記制御信号を生成する請求項 1 または 2 に記載の OFDM 受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing; OFDM) 信号を受信して復調を行う OFDM 受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

OFDM方式は、送信すべきデータを複数のサブキャリアに分割して変調を行うマルチキャリア変調方式の一つである。各サブキャリアは狭帯域となるため、耐マルチパスフェージング特性が向上する。反面、OFDM方式ではキャリア周波数誤差、クロックずれ及び位相雑音に起因する位相回転による特性劣化が大きくなるため、位相歪の推定と補償が必要となる。

#### 【0003】

OFDM信号のフォーマットによると、バースト状のOFDM信号の先頭に同期処理に用いる同期用プリアンブルと伝送路推定に用いる伝送路推定用プリアンブルが順次配置され、プリアンブルの後にデータが続く。データは1つ以上のシンボルからなる。各シンボルは複数のサブキャリアにより構成され、その一部が既知信号からなるパイロットサブキャリアであり、残りがデータを含むデータサブキャリアである。

#### 【0004】

特許文献1（特開2000-286819）には、このようなOFDM信号を受信復調するOFDM受信装置の例が示されている。この従来のOFDM受信装置では、受信されたバーストOFDM信号はディジタルベースバンド信号に変換され、時間同期処理及び周波数同期処理が施された後、フーリエ変換によりサブキャリア毎の信号に分離される。分離されたサブキャリア毎の信号は等化回路によって歪補償された後、復調回路に送られて復調される。フーリエ変換された信号から生成される伝送路歪情報と、伝送路歪情報と復調データから生成される位相歪情報を用いて各サブキャリアに共通の位相誤差情報が生成され、さらに移動平均がとられる。移動平均後の位相誤差情報と伝送路歪情報を用いて、等化回路で歪補償に用いる等化制御信号が生成される。

#### 【0005】

等化回路では、位相歪補償と伝送路歪補償を含む等化処理が行われる。等化処理を行った後の信号を用いて、等化処理で補償しきれずに残留した位相歪の推定が行われ、前述の位相歪情報が生成される。特許文献1によると、位相歪の推定処理においては、伝送路歪情報から算出される各サブキャリアの振幅レベル情報に従ってサブキャリア毎の位相歪情報を重み付けられて合成される。この重み付



け合成された位相歪情報がさらに複数シンボル分にわたって移動平均される。

【0006】

【特許文献1】

特開 2000-286819

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように従来のOFDM受信装置では、位相歪補償後の信号を用いて等化回路で補償しきれずに残留した位相歪の推定を行った後、さらに複数シンボルにわたって位相歪情報の移動平均をとることにより、位相歪の推定精度を向上させている。このような構成のOFDM受信装置においては、位相歪推定精度の一時的な劣化があると、移動平均によって以後の長期にわたる推定精度劣化を引き起こす場合がある。

【0008】

本発明の目的は、高精度の位相歪補償を実現するOFDM受信装置を提供することにある。より具体的には、例えば位相歪推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を小さくできるようにすることを目的とする。

【0009】

より具体的には、OFDM装置において例えば位相歪補償後の信号を用いて位相歪推定を行い、かつ複数シンボルの位相歪情報を用いた場合においても、位相歪推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を小さくできるようにすることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明の一つの態様に係るOFDM受信装置は、伝送路を経て送信される、シンボル毎に複数のサブキャリア信号を有するOFDM信号を受信する受信手段と、受信されたOFDM信号中の各サブキャリア信号を用いてOFDM信号が伝送路で受けた歪を推定し、該歪を示す伝送路歪情報を生成する伝送路歪推定手段と、各サブキャリア信号に対し制御信号に従って歪補償を行う補償手段と、歪補償後の各サブキャリア信号を復調する復調手段と、歪

補償後の各サブキャリア信号及び伝送路歪情報を用いて該歪補償後の各サブキャリア信号のシンボル毎の位相歪を示す第1の位相歪情報を生成する位相歪推定手段と、第1の位相歪情報を複数のシンボル区間にわたり時間関数の重み係数を用いて重み付けを行った後に合成することにより、第2の位相歪情報を生成する重み付け合成手段と、伝送路歪情報と第2の位相歪情報を用いて制御信号を生成する手段とを有する。

#### 【0011】

本発明の他の態様に係るOFDM装置では、重み付け合成手段が第1の位相歪情報に対して複数のシンボル区間にわたり時間関数の重み係数を用いた重み付け移動平均を行って第2の位相歪情報を生成する重み付け移動平均手段に置き換えられる。

#### 【0012】

より具体的には、例えばサブキャリア信号は既知サブキャリアとデータサブキャリアの信号を含む。その場合、位相歪推定手段は歪補償後のサブキャリア信号中の既知サブキャリアの位相誤差成分を歪補償後のサブキャリア信号の振幅レベルを示す情報を用いた重み付けを行った後に合成することにより、第1の位相歪情報を生成する。

#### 【0013】

一方、重み付け合成手段または重み付け移動平均手段は、重み係数としてデータサブキャリアに対応する区間と既知サブキャリアに対応する区間とで係数値が同じか、または異なる第1及び第2の重み係数をそれぞれ用いる。より好ましくは、重み付け合成手段または重み付け移動平均手段は、重み係数としてデータサブキャリアに対応する区間では時間的に係数値がほぼ一定の第1の重み係数を用い、既知サブキャリアに対応する区間では過去の係数値が相対的に小さい第2の重み係数を用いる。

#### 【0014】

重み付け合成手段または重み付け移動平均手段が重み係数としてデータサブキャリアに対応する区間と既知サブキャリアに対応する区間とで係数値の異なる第1及び第2の重み係数をそれぞれ用いて第2の位相歪情報を生成する場合、制御

信号生成手段は、データサブキャリアに対応する区間では重み付け合成手段により第1の重み係数を用いて生成される第2の位相歪情報を用いて制御信号を生成し、既知サブキャリアに対応する区間では重み付け合成手段により第2の重み係数を用いて生成される第2の位相歪情報を用いて制御信号を生成する。

#### 【0015】

このように構成された本発明の態様に係るOFDM装置においては、過去のシンボルにおける位相歪情報に対する重み付けをサブキャリア毎に自由に設定できるため、位相歪推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を小さくすることができ、高精度の位相歪補償を実現することが可能である。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1に、本発明の実施形態に係るOFDM受信装置の構成を示す。送信側から無線伝送路のような伝送路を経て送信されてくるバースト状のOFDM信号がアンテナ10によって受信され、受信回路11に入力される。受信されるOFDM信号のフォーマットは、図2に示されるように各バーストの先頭に同期処理に用いる同期用プリアンブル21と、伝送路推定に用いる伝送路推定用プリアンブル22が順次配置される。伝送路推定用プリアンブル22は、伝送路推定のみにでなく、場合によっては同期にも用いられる。伝送路推定用プリアンブル22の後に、一つ以上のシンボルを含むデータ23が続く。

#### 【0017】

図3には、図2のデータ23に含まれるシンボルにおけるサブキャリア信号の周波数配置を示す。図3に示されるように、このシンボル区間のサブキャリア信号は、データを含むデータサブキャリア31と、既知のサブキャリア（パイロットサブキャリアと呼ばれる）32を含む。

#### 【0018】

受信回路11では、アンテナ10によって受信されたOFDM信号が増幅、周波数変換及びA/D変換されることにより、デジタルベースバンド信号に変換される。受信回路11から出力されるデジタルベースバンド信号は、同期回路

12によって送信側との時間同期及び周波数同期の処理が行われる。時間同期処理及び周波数同期処理がなされた後のOFDM信号は、フーリエ変換回路13によってフーリエ変換されることにより、各々のサブキャリア信号に分離される。受信回路11、同期回路12及びフーリエ変換回路13の構成と処理は周知であるため、詳細な説明を省略する。

#### 【0019】

フーリエ変換から出力される各サブキャリア信号は、等化回路14によって伝送路歪及び位相歪を除去するための等化处理（歪補償という）が施された後、復調回路15に入力される。このように復調前にサブキャリア信号を等化回路14に通して歪補償を行うことにより、正確な復調を可能とする。等化回路14は、後述する等化制御信号生成回路19から供給される等化制御信号に従って等化处理を行う。等化制御信号は、以下の手順で生成される。

#### 【0020】

受信されたOFDM信号に含まれる伝送路推定用プリアンブル22は、OFDM信号のバーストに含まれる他のシンボルと同様に、受信回路11、同期回路12及びフーリエ変換回路13を経て、各サブキャリア信号に分離される。伝送路歪推定回路16では、伝送路プリアンブル22のサブキャリア信号を用いて伝送路歪情報が生成される。伝送路歪情報は、受信されたOFDM信号が伝送路で受けた歪（伝送路歪という）を表している。伝送路歪には、サブキャリア信号毎の振幅歪や位相歪の情報が含まれる。伝送路歪推定回路16の具体的な構成については周知であるため、説明を省略する。

#### 【0021】

伝送路歪推定回路16から出力される伝送路歪情報は、位相歪推定回路17と等化制御信号生成回路19に入力される。位相歪推定回路17では、伝送路歪推定回路16からの伝送路歪情報と等化回路14からの歪補償後のサブキャリア信号を用いてOFDM信号のシンボル毎の位相歪が推定され、これによってシンボル毎の位相歪情報（第1の位相歪情報）が生成される。

#### 【0022】

図4に、位相歪推定回路17の具体的な構成例を示す。図4の位相歪推定回路

17では、まず位相歪検出回路41によって、等化回路14から出力される歪補償後のサブキャリア信号のうちのパイロットサブキャリア32と、OFDM受信装置で用意されている既知サブキャリアとの位相誤差成分がそれぞれ検出される。一方、振幅レベル測定回路43によって、図1中の伝送路歪推定回路16からの伝送路歪情報及び等化回路14から出力される歪補償後のサブキャリア信号の振幅レベルが測定され、振幅レベル情報が出力される。

#### 【0023】

位相合成回路42では、振幅レベル測定回路43から出力された振幅レベル情報を用いて、位相歪検出回路41により検出される位相誤差成分に対して重み付けが行われる。この重み付け処理により、1シンボル分の位相歪情報が生成され、位相歪推定回路17から出力される。位相歪推定回路17から出力される位相歪情報は、図1中の重み付け合成回路18に送られ、ここで時間関数の重み係数（以下、これを重み係数系列という）を用いた重み付け合成が行われることによって、合成位相歪情報（第2の位相歪情報）が生成される。

#### 【0024】

ここでいう重み付け合成とは、位相歪推定回路17から入力される複数シンボル分の位相歪情報に対して、上述の重み係数系列により重み付けを行い、重み付け後の位相歪情報を一つの位相歪情報に合成する操作であり、この操作は位相歪推定回路17から新たな1シンボル分の位相歪情報が入力される毎に繰り返し行われる。複数シンボル分の重み付け後の位相誤差情報を合成する際に、それらの平均をとれば、これは重み付け移動平均（weighted moving average）と呼ばれる操作となる。従って、重み付け合成回路は、重み付け移動平均回路に置き換えてもよい。

#### 【0025】

図5は、重み付け合成回路18の具体的な構成を示している。まず、図1中の位相歪推定回路17から出力される複数シンボル分の位相歪情報がバッファ51に蓄積される。重み係数出力回路53からは、例えば図6（a）～（f）に示すような時間関数の重み係数（以下、重み係数系列という）が1つ以上同時に出力される。この重み係数系列では、横軸に時間、縦軸に重み係数の値をそれぞれと

っている。ここで、図 8 (a) ~ (f) 中に示した重み係数系列の期間 T は、バッファ 51 に位相歪情報が蓄えられる複数シンボルの区間に対応している。

#### 【0026】

合成回路 52 では、重み係数出力回路 53 から出力される重み係数系列を用いて、バッファ 51 から読み出される複数シンボル分の位相歪情報に対して前述のように重み付け合成（重み付け移動平均）が行われ、これによって複数シンボル分の位相歪情報からなる合成位相歪情報が生成される。重み係数出力回路 53 から出力される重み係数系列と重み付け合成回路 18 の動作のより具体的な例については、後に詳しく説明する。

#### 【0027】

重み付け合成回路 18 により生成される合成位相歪情報は、図 1 中に示した等化制御信号生成回路 19 に供給される。等化制御信号生成回路 19 では、伝送路歪推定回路 16 からの伝送路歪情報と、図 1 中に示した重み付け合成回路 18 からの合成位相歪情報を用いて、等化回路 14 の等化特性を制御するための等化制御信号が生成される。

#### 【0028】

図 7 に、等化制御信号生成回路 19 の具体的な構成を示す。まずサブキャリア分割回路 71 によって、図 1 中の伝送路歪推定回路 16 から入力される各サブキャリア信号毎の伝送路歪情報が複数のグループ（図の例では、2 グループ）に分割される。位相歪情報選択回路 72 では、重み付け合成回路 18 から入力される 1 つ以上の合成位相歪情報の中から、サブキャリア分割回路 71 によって分割された各グループの伝送路歪情報に対して適切な合成位相歪情報が選択される。

#### 【0029】

位相歪情報選択回路 72 によって選択された合成位相歪情報は、上記各グループに対応する複数の重畳回路 73 A, 73 B によって、サブキャリア分割回路 71 からの各グループの伝送路歪情報に重畳され、これによって得られた歪情報はサブキャリア合成回路 74 に出力される。重畳回路 73 A, 73 B から出力される歪情報は、サブキャリアの各グループに対応している。そこで、サブキャリア合成回路 74 では、重畳回路 73 A, 73 B から出力される、サブキャリアの各

グループに対応する歪情報を合成して1つのシンボル単位とし、これを等化制御信号として出力する。

#### 【0030】

このようにして生成された等化制御信号を使って等化回路14により等化処理を行うと、時間的に過去のシンボルにおける位相歪情報に対する重み付けに用いる重み係数をサブキャリア毎に自由に設定できるため、重み係数系列を適切に選ぶことによって、位相歪推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を小さくすることが可能となり、結果として高精度の位相歪補償を実現することができる。

#### 【0031】

次に、重み付け合成回路18について具体的に説明する。

前述した位相歪には、OFDM信号のバーストを構成する全てのシンボルについて定常的に重畳される歪（以下、定常位相歪という）と、時間的に変動する歪（以下、変動位相歪という）がある。前者は送信信号のキャリア周波数に対するOFDM受信装置の周波数変換で用いられる局部発振器の発振周波数（ローカル周波数）のずれが、後者は局部発振器で生じる位相ノイズがそれぞれ主な原因である。位相歪全体における定常位相歪と変動位相歪の割合に応じて、図5中の重み係数出力回路52から出力される重み係数系列を図6（a）～（f）に示すよう変更することによって、より精度の高い合成位相歪情報を生成することができる。

#### 【0032】

まず、位相歪における定常位相歪と変動位相歪の割合に関する情報が十分に得られない場合、図6（a）または（b）に示すような時間と共に係数値が小さくなる重み係数系列を用いることが望ましい。すなわち、過去のシンボルの位相歪情報ほど係数値の小さな重み係数が割り当てられる。このような重み係数系列を使うことによって、大きなリスクを回避することができる。

#### 【0033】

次に、定常位相歪の割合が比較的大きいということが分かっている場合には、図6（c）または（d）に示すように時間的にほぼ一定の係数値を持つ重み係数

系列を用いることにより、過去の重み係数についても大きい係数値を割り当てることが望ましい。このようにすることで、合成位相歪情報の精度を高めることができる。

#### 【0034】

一方、変動位相歪の割合が比較的大きいということが分かっている場合には、図6(e)に示すように過去の重み係数により小さい係数値を割り当てた重み係数系列を用いたり、あるいは図6(f)に示すように過去の係数値を全て0とし、現在の重み係数に非0の係数値を持たせた重み係数系列を用いることが有効である。このようにすることで、既に変化してしまった過去の状況に引きずられることなく、時間的に変動する位相歪に対して迅速に追従することができる。

#### 【0035】

図7中に示したサブキャリア分割回路71においては、例えば各サブキャリア信号に対応する伝送路歪情報のうち、パイロットサブキャリアに対応する伝送路歪情報を第1グループとして分割する。この第1グループの伝送路歪情報に対して、例えば図6(e)または(f)に示すように過去の係数値が小さいかあるいは0の重み係数系列を適用すると、位相歪推定精度の一時的な劣化があっても、その劣化の影響がその後の推定精度に与える影響を効果的に小さくすることができる。

#### 【0036】

一方、サブキャリア分割回路71において、データサブキャリアに対応する伝送路歪情報については別の第2のグループとして分割し、この第2グループの伝送路歪情報に対しては、図6(c)に示す時間的に平坦な値を持つ重み係数系列を用いるようにしてもよい。

#### 【0037】

位相歪全体における定常位相歪と変動位相歪の割合によらず、白色雑音が大い場合には重み係数系列の合計値を小さくするという方法も考えられる。このようにすることで、白色雑音の影響により合成位相歪情報が大きな精度劣化を起こすことが少なくなるため、復号精度を向上させることができる。

#### 【0038】



図5中に示した重み係数系列出力回路53は、OFDM信号のバースト全体に渡って例えば図6(a)～(f)に示した重み係数系列から選択した一種類の重み係数系列を出力してもよいし、シンボル毎に異なる重み係数系列を出力してもよい。さらに、重み係数出力回路53は、異なる種類の重み係数系列を同時に出力してもよいし、一種類の重み係数系列のみを出力することもできる。

#### 【0039】

次に、図7に示した等化制御信号生成回路19の具体的な動作例について説明する。

サブキャリア分割回路71においては、例えば前述のように各サブキャリア信号に対応する伝送路歪情報がパイロットサブキャリアに対応する第1グループとその他のデータサブキャリアなどのサブキャリアに対応する第2グループとに分割されて出力する。一方、位相歪情報選択回路72では、重み付け合成回路18から入力される一つ以上の合成位相歪情報の中から、サブキャリア分割回路71によって分割された第1及び第2グループの伝送路歪情報にそれぞれ適切な合成位相歪情報が選択される。

#### 【0040】

ここで、パイロットサブキャリアに対応する第1グループの伝送路歪情報に対しては、推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を小さくするために、位相歪情報選択回路72では図6(e)または(f)に示したような過去の係数値が小さい重み係数系列によって重み付け合成された合成位相歪情報が選択される。

#### 【0041】

データサブキャリアのような、パイロットサブキャリア以外のサブキャリアに対応する第2グループの伝送路歪情報に対しては、前述したように位相歪の構成や白色雑音の大きさに応じて設定された重み係数系列によって重み付け合成された合成位相歪情報が位相歪情報選択回路72によって選択される。

#### 【0042】

これらの場合、サブキャリア毎にバースト全体に渡って同じ合成位相歪情報を使用してもよいし、シンボル毎に使用する合成位相歪情報を変更することもでき

る。

#### 【0043】

このようにして等化制御信号生成回路 19 により生成された等化制御信号に従って等化回路 14 で等化处理を行うと、位相歪の推定に用いるパイロットサブキャリアに対しては、過去の 1 シンボル分または比較的少ない複数シンボル分の位相歪情報を使った等化处理のみしか行われえない。これにより、推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を小さくすることができる。一方、データサブキャリアに対しては、過去の複数シンボル分の位相歪情報を使った等化处理が行われるため、より正確な等化处理を行うことができる。

#### 【0044】

次に、図 8 を用いて位相歪推定回路 17 の他の構成例を説明する。

まず、振幅レベル測定回路 81 によって、伝送路歪推定回路 16 から入力される伝送路歪情報に含まれる振幅レベル情報が抽出される。次に、ベクトル合成回路 82 によって、振幅レベル測定回路 81 から出力された振幅レベル情報のうちパイロットサブキャリアが配置されているサブキャリアに対応する成分を使って、等化回路 14 から出力される歪補償後の受信シンボルに含まれる各パイロットサブキャリアのベクトル信号が重み付け合成される。最後に、位相歪検出回路 83 によって、ベクトル合成回路 82 で合成されたベクトル信号と既知信号とが比較され、1 シンボル分の位相歪情報が生成される。

#### 【0045】

ここで、図 4 と図 8 に示した位相歪推定回路 17 の回路規模を比較する。図 4 中の位相歪検出回路 41 は、位相補償後の受信中のシンボルに含まれるパイロットサブキャリア 32 のそれぞれについて位相歪を検出するのに対して、図 8 中の位相歪検出回路 83 は、ベクトル合成回路 82 で合成されたベクトル信号について位相歪を検出する。このため、位相歪検出回路については図 4 の構成の方が図 8 の構成に比べて約パイロットサブキャリア数倍だけ大きくなる。一方、図 8 中のベクトル合成回路 82 は図 4 中の位相合成回路 42 に比べて 2 倍程度の回路規模で済む。従って、位相歪推定回路 17 全体としては、図 8 の方が回路規模を小さくすることができる。

## 【0046】

位相歪推定回路の他の例として、パイロットサブキャリア信号と既知信号との位相誤差成分を検出する代わりに、データサブキャリア信号と歪を受ける前のデータサブキャリアを推定した信号との位相誤差成分を検出することによって、同様の処理を行うこともできる。

## 【0047】

なお、上記実施形態で説明したOFDM受信装置の各構成要素は必ずしもハードウェアである必要はなく、例えばフーリエ変換以後の各処理の一部または全部をソフトウェアによって実現することも可能であり、本発明はそのような実施の態様も含む。その他、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階では構成要素を種々変形して具体化できる。

## 【0048】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、位相歪の推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を小さくすることができ、高精度の位相歪補償を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図

【図2】 バーストOFDM信号のフォーマットを示す図

【図3】 シンボルのサブキャリア周波数配置を示す図

【図4】 同実施形態における位相歪推定回路の構成例を示すブロック図

【図5】 同実施形態における重み付け合成回路の構成例を示すブロック図

【図6】 重み付け合成回路で使用する重み係数の種々の例を示す図

【図7】 同実施形態における等化制御信号生成回路の構成例を示すブロック図

【図8】 同実施形態における位相歪推定回路の他の構成例を示すブロック図

## 【符号の説明】

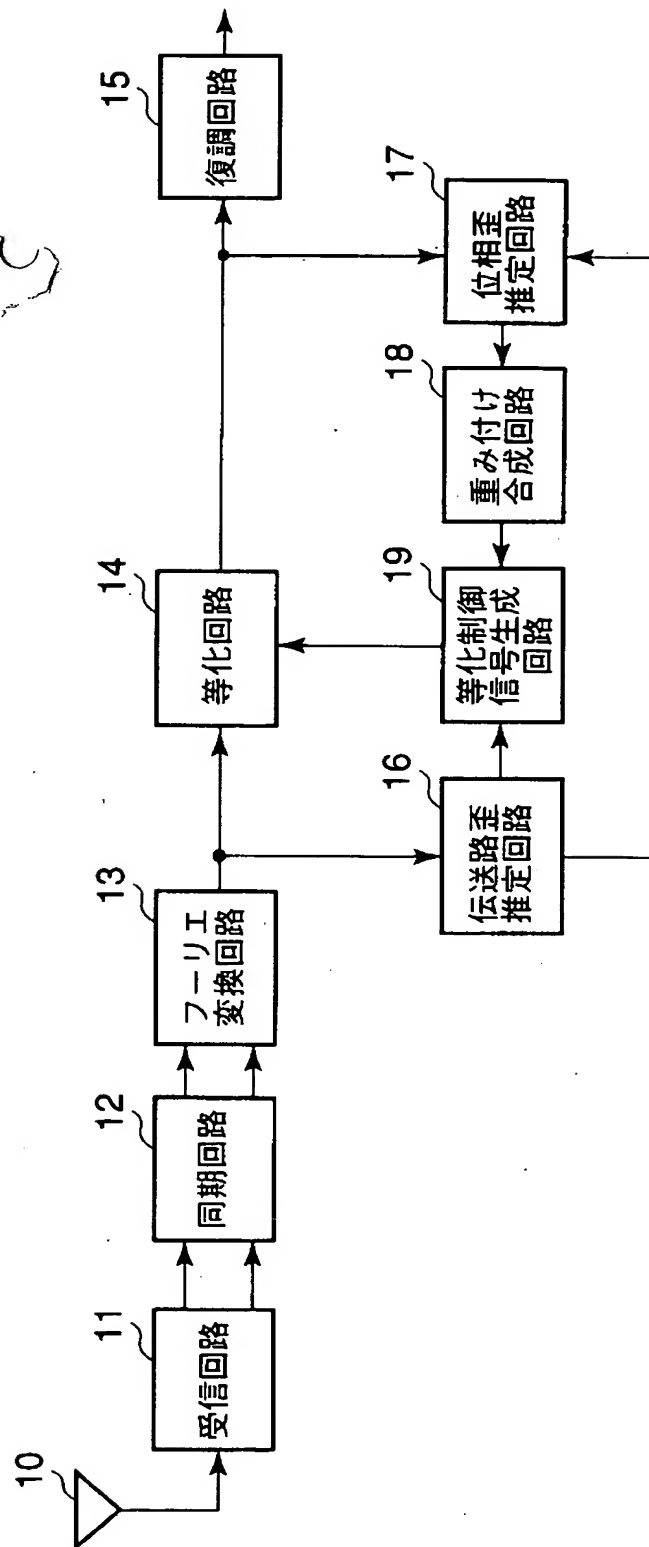
10…OFDM信号

- 1 1 …受信回路
- 1 2 …同期回路
- 1 3 …フーリエ変換回路
- 1 4 …等化回路
- 1 5 …復調回路
- 1 6 …伝送路歪推定回路
- 1 7 …位相歪推定回路
- 1 8 …重み付け合成回路
- 1 9 …等化制御信号生成回路

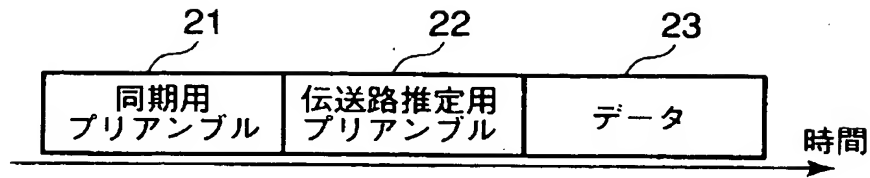
【書類名】

図面

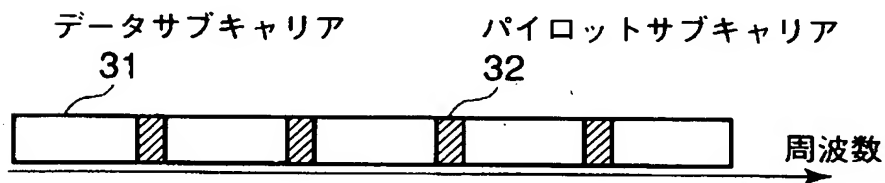
【図 1】



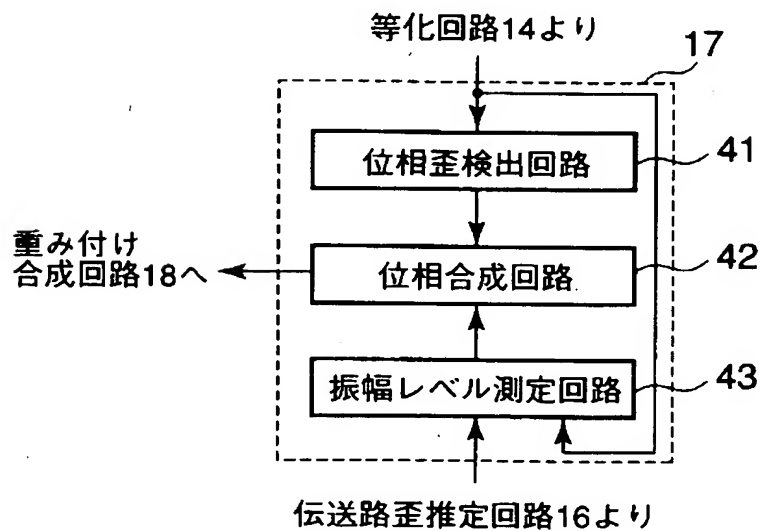
【図 2】



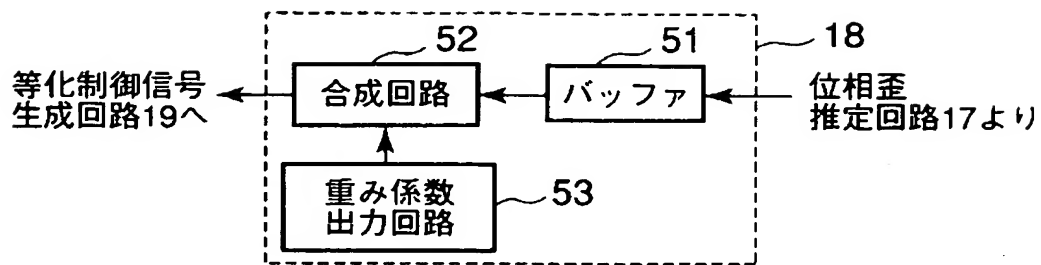
【図 3】



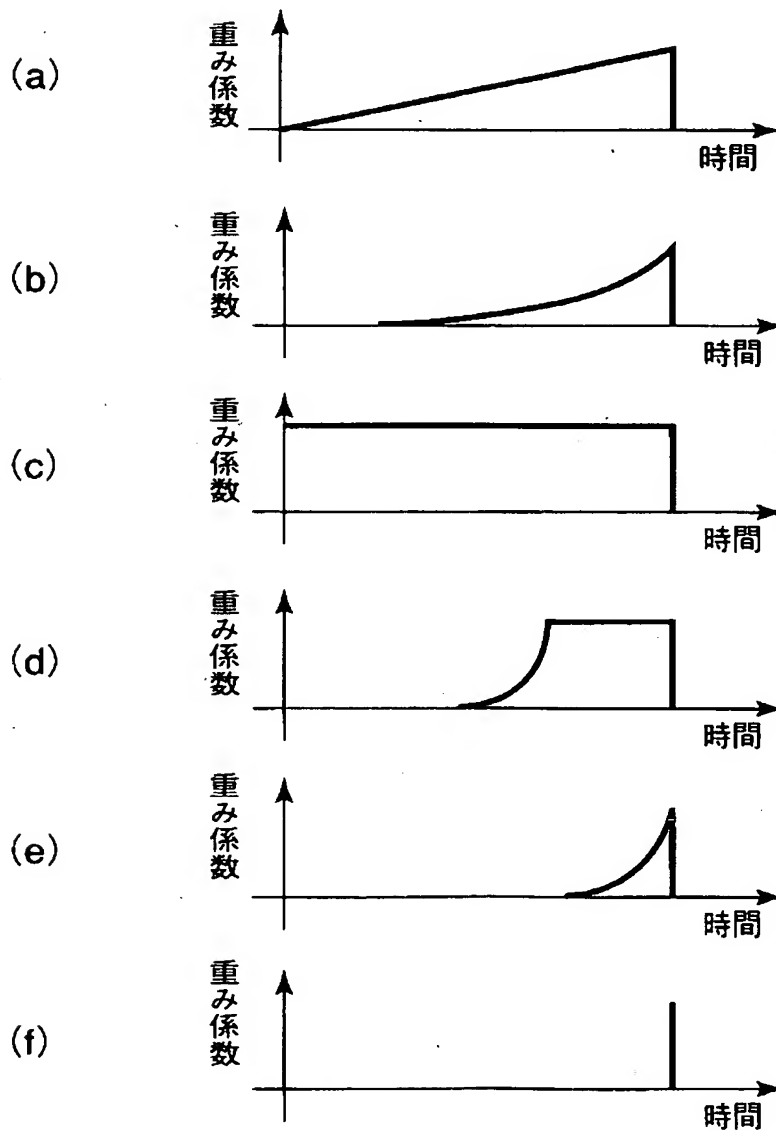
【図 4】



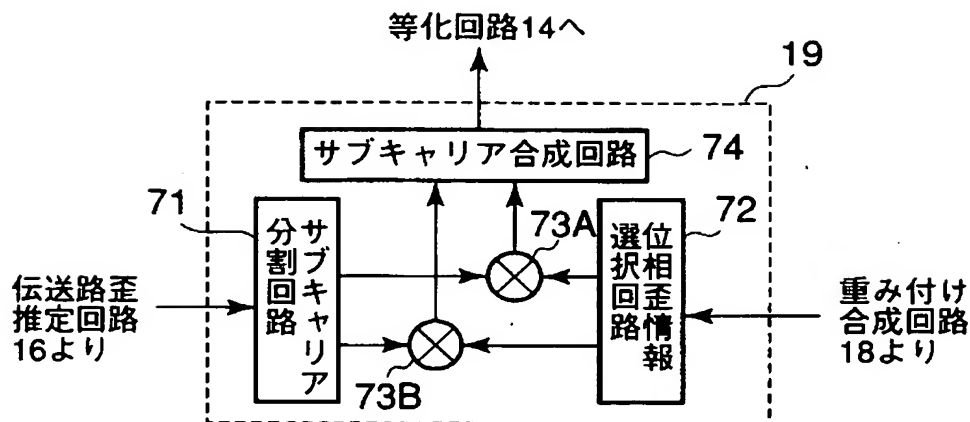
【図 5】



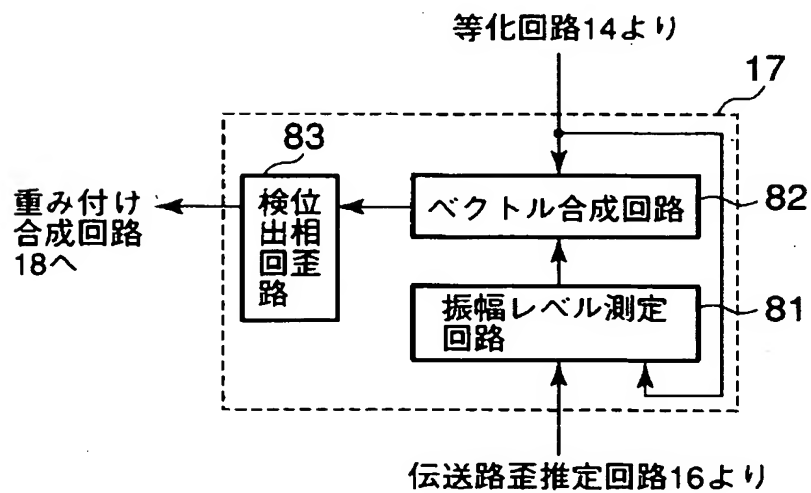
【図 6】



【図 7】



【図 8】





## 【書類名】

要約書

## 【要約】

【課題】 OFDM受信装置において、歪補償後の信号を用いて位相歪推定を行い、かつ複数シンボルの位相歪情報を用いた場合においても位相歪推定精度の一時的な劣化がその後の推定精度に与える影響を低減する。

【解決手段】 伝送路歪推定回路 16 により受信 OFDM 信号中の各サブキャリア信号を用いて生成される伝送路歪情報と等化回路 14 による歪補償後のサブキャリア信号を用いて位相歪推定回路 17 でシンボル毎の位相歪情報を生成し、この位相歪情報を重み付け合成回路 18 により複数のシンボル区間にわたり重み付けを行った後に合成し、重み付け合成された位相歪情報と伝送路歪情報を用いて等化制御信号生成回路 19 により等化回路 14 の等化特性を制御するための等化制御信号を生成する。

【選択図】 図 1

特願 2003-096947

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日  
[変更理由] 名称変更  
住所変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝